



TITLE:

数値地図による芦生演習林の水系網特性の把握

AUTHOR(S):

宮下, 佐紀子; 福嶋, 義宏

CITATION:

宮下, 佐紀子 ...[et al]. 数値地図による芦生演習林の水系網特性の把握.
京都大学農学部演習林報告 1993, 65: 138-150

ISSUE DATE:

1993-12-24

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/192048>

RIGHT:

数値地図による芦生演習林の水系網特性の把握

宮下 佐紀子・福嶋 義宏

Features of Channel Net of Ashiu Drainage Basin
by Digital Map

Sakiko MIYASHITA and Yoshihiro FUKUSHIMA

要 旨

数値地図をもとにして流域水系網を作成するには煩雑な作業が必要である。著者らは、1/5000地形図から作成された50mグリッドのメッシュマップを素材とし、それに主な河道と尾根線の情報を加えて実際の水系網に近い数値水系網を省力的に作成するマン・マシンシステムをパソコン上に実現した。今回、それによって、芦生演習林を含む由良川源流域（以下「源流域」）4,800haについて数値水系網を作成した。この数値水系網に対してはHorton-Strahler解析を行い、源流域から選定した8つの流域について水系網の諸特性を明らかにすると共に、相互比較をした。その結果、傾斜や標高差などの見かけの地形条件の差違は、分岐比、水路長比、面積比、勾配比、起伏量比といった水系網の諸特性値にさほど反映されないことがわかった。また全般に、次数が上がるにつれて水路長と起伏量が共に増加し、勾配が変化しないという傾向が認められたが、これは由良川源流域の地形発達の様相が、まだ比較的新しい段階にあることを示唆するものといえよう。

は じ め に

流域の地形図からDTM (digital terrain model)、いわゆるメッシュマップを作成することは今日それほど大変な作業ではない。しかしながら、DTM上の斜面方位の追跡から得られるはずの水の流下線は、しばしば「循環」や「交差」を描くので、水系網を完成するには補正を必要とする。一方、実際の水系網に近い数値水系網からは、流域水路の幾何学的特性を簡単に算出できる。また最近芦生演習林では、森林に関する様々な情報がDTM上にデータベース化されている¹⁾²⁾が、これらと併せて水や物質の移動量の計算をするにも数値水系データが有用である。

今回構築した水系網作成のマン・マシンシステムでは、主な河道と尾根線の情報を利用することで補正作業の短縮を可能にした。完成させた、源流域の数値水系データからは、Strahler方式による水路の次数区分の後に、Horton-Strahler解析を行って流域水路の幾何学的特性値を取り出した。さらに源流域から傾斜や標高の異なる8流域を選定し、これらの諸特性値について相互比較をした。

1. 数値地形図による水系網の作成

1. 1 水系網のあらまし

水系網の作成にあたっては、まず芦生演習林の地形情報に関するデータベースを利用した。これは源流域（図-1）4800haを縦200×横180のメッシュに区分したメッシュマップを基本にしている。このとき単位メッシュは50m×50mの大きさをもち、各メッシュには、標高・斜面傾斜・斜面方位の3つの数値地形情報が与えられている¹⁾。斜面方位は8方位で入力されている。また、1/5000の地形図に記載されている水線部分に該当するメッシュは、水路方向が確定した部分とみなしそのことがわかるようになっている。

今回はこれに加えて、源流域全域について尾根線の位置のデータを作った。これが水系網の作成に果たす役割は後述する。1/5000の地形図をもとに尾根線上の約16000カ所についてその位置をデジタイザーによって入力した。

以上が水系網のもととなる数値地形図である。先に述べた通り、各メッシュには斜面方位が与えられているから、各メッシュ内に降った雨は、それに沿って流れる、つまり水路を形成すると考えてよい。斜面方位は8方位で表されているので、各メッシュは隣接する8個のメッシュのいずれかへつながる水路をもつことになる。

すると地形図の上では必ずしも谷地形を取らないメッシュを含めた全メッシュが水路を持つのであるから、一般的な意味での水系網とは少し異なり、完成した水系網は流域全域の表面流の流れを追跡するものといえる。ところが、与えられた斜面方位のままではメッシュが適切に連結し

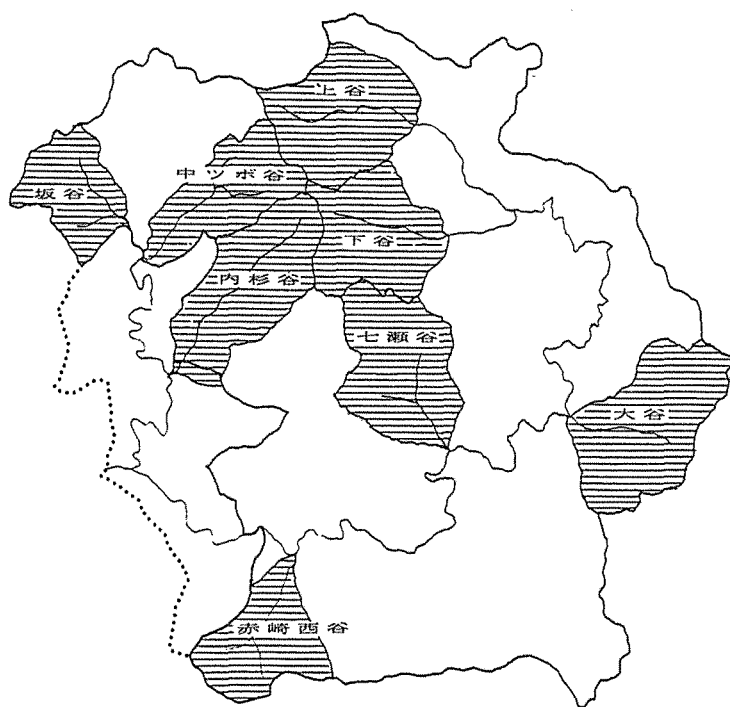


図-1 由良川源流域

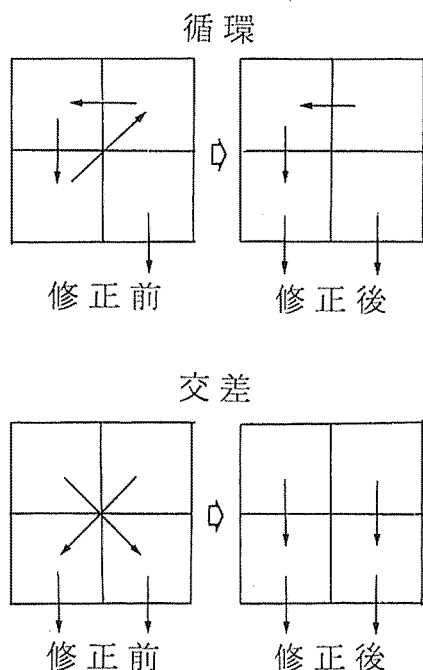


図-2 循環メッシュ・交差メッシュ

ない場合があり、これには「循環」と「交差」の2パターンがある。図-2に示すように「循環」とは数個のメッシュがつながって水路が閉じてしまう場合であり、「交差」とはあるメッシュのつながりを別のメッシュのつながりが横切る場合である。どちらも現実の水の流れとは矛盾するので斜面方位を修正する必要がある。すなわち本報告における水系網の作成とは、すべてのメッシュが矛盾なく1つの河口メッシュに連結していくよう、各メッシュが最初に持つ斜面方位を修正することである。そして訂正後の斜面方位を線分で表現したものが作成された数値水系図ということになる。

1. 2 水系網作成の手順

水系網作成の大まかな流れについては図-3に示した通りであり、その作業は、基本的にパソコンのディスプレイを介したマンマシン対話の中で行った。方位別に色分けしたメッシュの表示画面を初期画面とし、いろいろな計算過程の進行をメッシュの色変化で確認するかたちで作業を進めた。

まず「循環」部分の修正であるが、これは斜面方位に従ってメッシュを追跡させる計算に始まる。そして、「確定水路メッシュ」(1. 1 参照)に到達したメッシュについては色を水色に変える。一方同じメッシュを何度も通過するメッシュを検出し循環メッシュとして赤色にし、メッシュ上に斜面方位を表示させる。ところで斜面方位は8個の記号(1つの文字あるいは数字)で記述されているので、これを表示させることを考えると画面を構成するメッシュ数は縦25×横80で2000となり、またこれが一度に修正できるメッシュ数でもある。この2000メッシュのうち少ない場所で約50メッシュ、多い場所だと約400メッシュが循環メッシュとして修正対象になる。これに比べてもう1つの修正対象である交差メッシュは多くても50メッシュを越えることはない。そこで、はじめに述べたような省力的な水系網作成ができるかどうかは、循環部分の修正時の省力化という課題に帰着する。その解決には、循環部分の発生条件の数値化、類型化、そしてそれぞれに対応する修正プログラムの開発といったことが必須と考えられるが、本報告ではそこまで至らず今後課題を残した。結局今回把握できたのは循環メッシュが尾根付近に集中するという定性的な条件である。これは明確な斜面方位を持たない尾根部にも方位を持たせるときに、その方位が、実際形成されるはずの水路方向の、尾根を隔てた逆方向に数値化されることによると思われる。そこで尾根付近の循環メッシュについては水路が尾根を乗り越えることはない、という性質にしたがって修正を行った。その際に役立つのが先にふれた尾根線の位置情報である。これもディスプレイ上で同時に表示させ修正時の大きな手がかりとした。また尾根を乗り越えさせないことに加えて、尾根線に垂直になるように方位を修正するとうまくいった。尾根部以外でも循環メッシュはあったが、これについては確定水路へ最短経路で流入させることが有効である。また、1メッシュだけが周囲のメッシュの方位の大勢

とはずれている部分では必ず循環を起こしていた。そこで周囲のメッシュの方位との同調をはかることにしたがこのことは循環部の修正だけにとどまらず、作業全体を通じて気を配ったことであった。また、より簡易な水系網作成法への手がかりを示唆する点でもあるが、これについては最後にふれる。

続いて「交差」部分の修正に移ることになる。図-2からわかるように、これまでの水路追跡では交差部は検出されない。つまり交差したまま確定水路に流入するメッシュも水色を示すのである。そこで循環部の修正が終了したデータを取りあえず大型計算機センターに送って、線分図の形で水系図を取り出してみた。それから、修正部をチェックし再びパソコン上で修正作業を続けた。これは交差を解くだけであるが、やはりそのときにも尾根や確定水路の位置を広く見据えて、周囲の方向の大勢を把握しながら作業を進めるとよい。

こうして大きく2段階に分かれた修正作業を経て今回作成された水系図が図-4である。

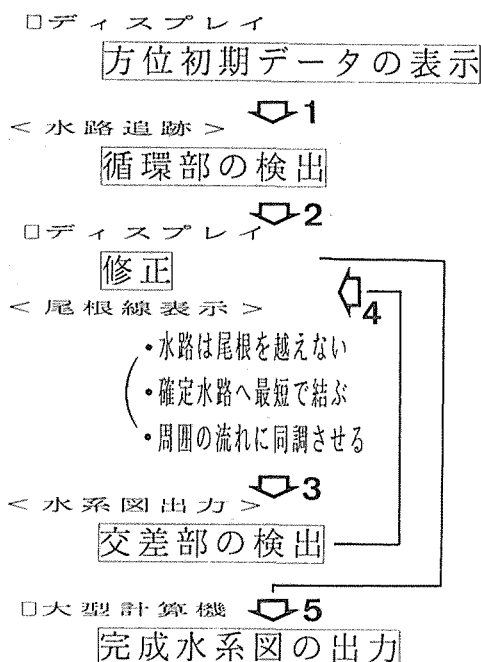


図-3 水系図作成の流れ

2. 数値水系網を利用した水系網特性の把握

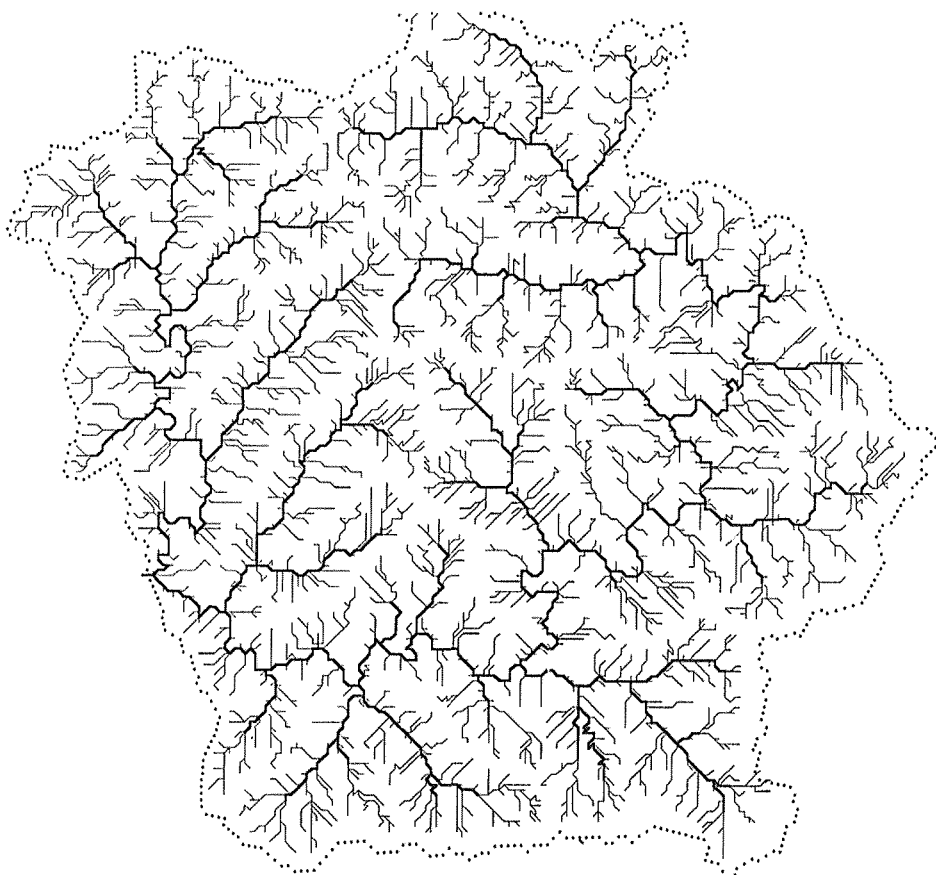
2. 1 各メッシュの集水面積

水系網がひとたびできれば、任意の地点についてそこがどの範囲に集水域を持つのか容易に知ることができる。作成作業時のようにディスプレイ上のメッシュマップで視覚的に把握することも可能だ。と同時に集水域の面積を計算することも即座にできる。各メッシュについて、水路がそこに到達するまでに通過したメッシュの数（以下、流入メッシュ数とする）を計算させればよいだけであり、それに単位面積（1メッシュの面積=2500m²）を乗じたものが集水面積と言うことになる。こうして計算された流入メッシュ数に対するメッシュ個数のヒストグラムの形はその流域の一つの流域地形特性を表すものと考えてよい。図-5に示すのが、全メッシュについての流入メッシュ数別頻度である。計算の結果、河口地点での流入メッシュ数は19134個であった。ここから本報告の水系図における由良川源流の集水面積は4783.5haと計算される。

2. 2 Horton-Strahler解析

1) 解析の方法

水系網に関する定量的な解析は、Hortonによる1945年の「水系網の構成に関する法則（Laws of Drainage Net Composition）」の発表に始まる。こうして幕が開けられた定量的河川地形学は、その後も実測によってこの法則を敷えんしようとする実証的研究と、水系発達過程をモデル化することでこの法則を証明しようとする理論的研究を両輪として進んでいった。現在では、H



図－４ 由良川源流域水系図

orton則は、水系網の幾何学的特性に関する５つの法則に整理されている。本報告においても、完成した水系網についてこれらの特性値を取り出すことにした。

ところで、Hortonの法則は、いうまでもなく次数による水路の格付けが基本作業となっている。次数についてはいくつかの方式が考案されているが、ここではStrahler方式に拠った。これは図－６に示すように、各源頭から１次の水路が始まり、以下同時数の水路との合流のたびに次数を１つあげていくという仕組みである。そこでまずこの次数を計算させることが必要だが、今回は先の計算の結果として、各メッシュに与えられている流入メッシュ数を利用して以下のように計算させた。まず各メッシュを順に始点として、水路追跡をさせながら、メッシュが１つ進むごとに当該メッシュとその進み先のメッシュの流入メッシュ数の増分（差）を求める。すると、「別の水路との合流」という現象が、「増分が２以上」であることと同値になる。つまり増分が１を取り続ける限り、他の水路との合流はないわけで、その間、水路は同一次数をもつということになる。ただしStrahler次数は水路合流だけで次数を上げる値ではなかった。そこで一度の増分計算によってまず１次と２次「以上」のメッシュに分けることを行い、１次のメッシュは除外して流入メッシュ数を再計算させるのである。この新たな流入メッシュ数によって、２次と３次「以上」

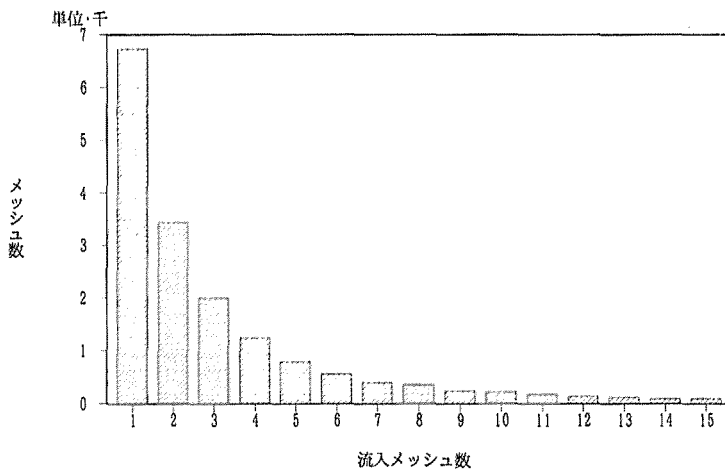


図-5 源流域の流入メッシュ数

のメッシュが分けられる。以下この繰り返しで次数を求めた。このようにここでもメッシュ上での情報の加工、重ね合わせを通して次数という新たな情報をメッシュ毎に獲得することができた。こうして計算した結果、源流域の河口での次数は7とわかった。図-7に次数別メッシュ数のヒストグラムを示してある。

次数が求めればHorton-Strahler解析ができる。その方法について以下、概略を示す。

そもそもHortonの法則とは次数別に区分した水系網の諸特性値が、次数との間に等比数列的な比例関係を持つことを一般式で表したものである。第1法則とは水路の数について

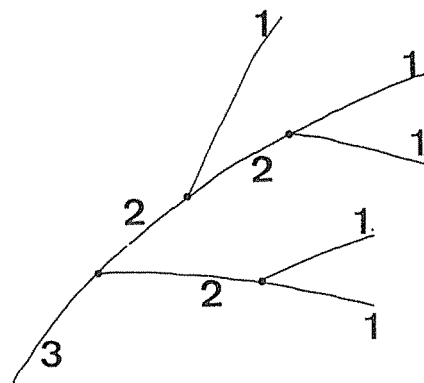


図-6 STRAHLE次数

の関係式であって、 ω 次水路の数を N_ω としたとき $N_{\omega+1} = 1/R_b \times N_\omega$ の等比数列関係が一般に成り立つというものである。このとき R_b を分岐比といい、この値がその水系網の1つの特性を表すことになるわけである。これを求めるに際して、本報告の場合注意すべきは、先の次数別メッシュ数が、そのまま次数別の水路数にならない点である。同次数のメッシュがいくつかあっても、それが途中で他の水路と合流しない限りは、それらはまとめて1本の水路でしかない。このメッシュ数から水路数への変換には、先に次数を求める際に利用した、流入メッシュの繰り返し計算が再び役立った。すなわち、面積計算をするごとに、流入メッシュ数1をもつメッシュの数は変わるが、これこそ水路頭の数、つまりその次数の水路数にほかならない。こうして次数別の水路数を求め分岐比を算出した。第2法則は ω 次水路の長さの平均値 L_ω について $L_\omega = R_l \times L_{\omega+1}$ が成り立つというもので、 R_l を水路長比という。 L_ω は、 ω 次のメッシュについて、東西南北4方向のものは50m、それ以外の4方向のものは $50m \times \sqrt{2}$ の長さを持つとして累加し、 N_ω で割ったものとした。第3法則は ω 次水路の平均勾配 S_ω について $S_{\omega+1} = 1/R_s \times S_\omega$ が成り立つということで R_s を勾配比という。 S_ω は先のデータベースから、 ω 次のメッシュの

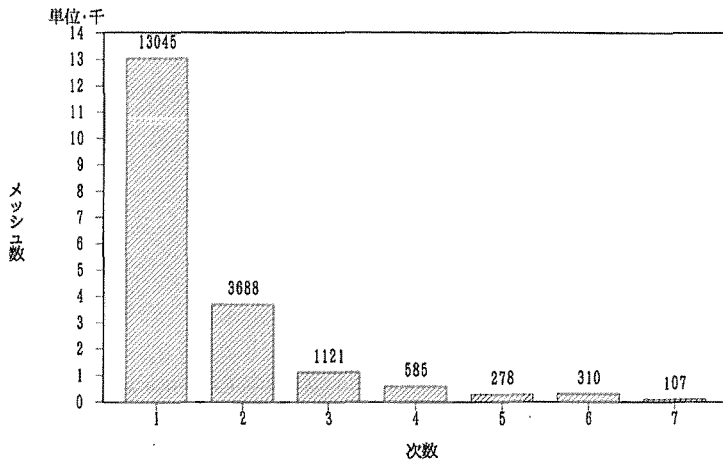


図-7 源流域の次数別メッシュ数

勾配を累加し、 N_w で割った。第4法則は w 次の水路の平均集水面積 A_w について $A_{w+1} = R_a \times A_w$ が成り立つというもので R_a を集水面積比という。 A_w は、先の次数別メッシュ数 $\times 2500 \text{ m}^2$ を N_w で割った。第5法則は w 次の水路の平均起伏量（標高差） Z_w について $Z_{w+1} = R_r \times Z_w$ が成り立つというもので R_r を起伏量比という。 Z_w の計算は水路頭と水路頭の標高の差を先のデータベースから求め、次数ごとに累加し N_w で割ったが少し時間がかかった。なおこれら N_w 、 L_w 、 S_w 、 A_w 、 Z_w の計算値は、対象流域を5次のある地点で区切った（2.2.2参照）ことから4次までが信頼できる。そこで5つの比に関しては3つの値の平均で求めた。

2) 対象流域の概況

本報告では源流域の中から8流域をピックアップし、5法則に対応する5つの水系網特性値をそれぞれについて求め比較考察した。対象流域は、河口での次数が同一で、できるだけ集水面積の近いものを選ぶ一方、位置や流域内の傾斜分布状況に差異があることを考え、まず由良川流域について、上流域から上谷、下谷を中流域から大谷、七瀬谷をそして下流域から赤崎西谷を選んだ。さらに内杉・榎倉流域から内杉谷、中のツボ、坂谷の3流域を加えた。これら対象流域の位置は図-1に示してある。また先のデータベースから傾斜別のメッシュ度数を求めて図-8に示した。また図-8には各流域の平均傾斜、標高差、平均標高も示してある。ここからわかるように上谷は緩傾斜の斜面が多く、平均傾斜、標高差ともに最小で他の流域と地形条件を異にしている。傾斜分布の形では、下谷、中ツボ谷も上谷と同型に区分でき、共に平均標高も高い方に入るが、標高差から下谷の方がより上谷に近い流域といえる。大谷、七瀬谷、赤崎西谷、内杉谷は平均傾斜がほぼ 20° と同じ値であり、急傾斜の多い傾斜分布の形を取り、標高差も共に300mを越えるが、上流に近い方の前2者は平均標高の高い部類に入る。坂谷は平均傾斜、標高差共に中間的な値をもつ。次数は内杉谷以外が5次である。内杉谷については、集水面積の大きい（8流域中2番目）まとまった谷でありながら4次までしか次数が達しないという興味深い計算結果から、特に対象に加えた。したがって、内杉谷に関しては、5つの値を3次まで求め、各比については2つの値の平均を取った。

3) 解析の結果と考察

対象流域の、次数別の水路数（ N_w ）・水路長（ L_w ）・勾配（ S_w ）・集水面積（ A_w ）・起伏

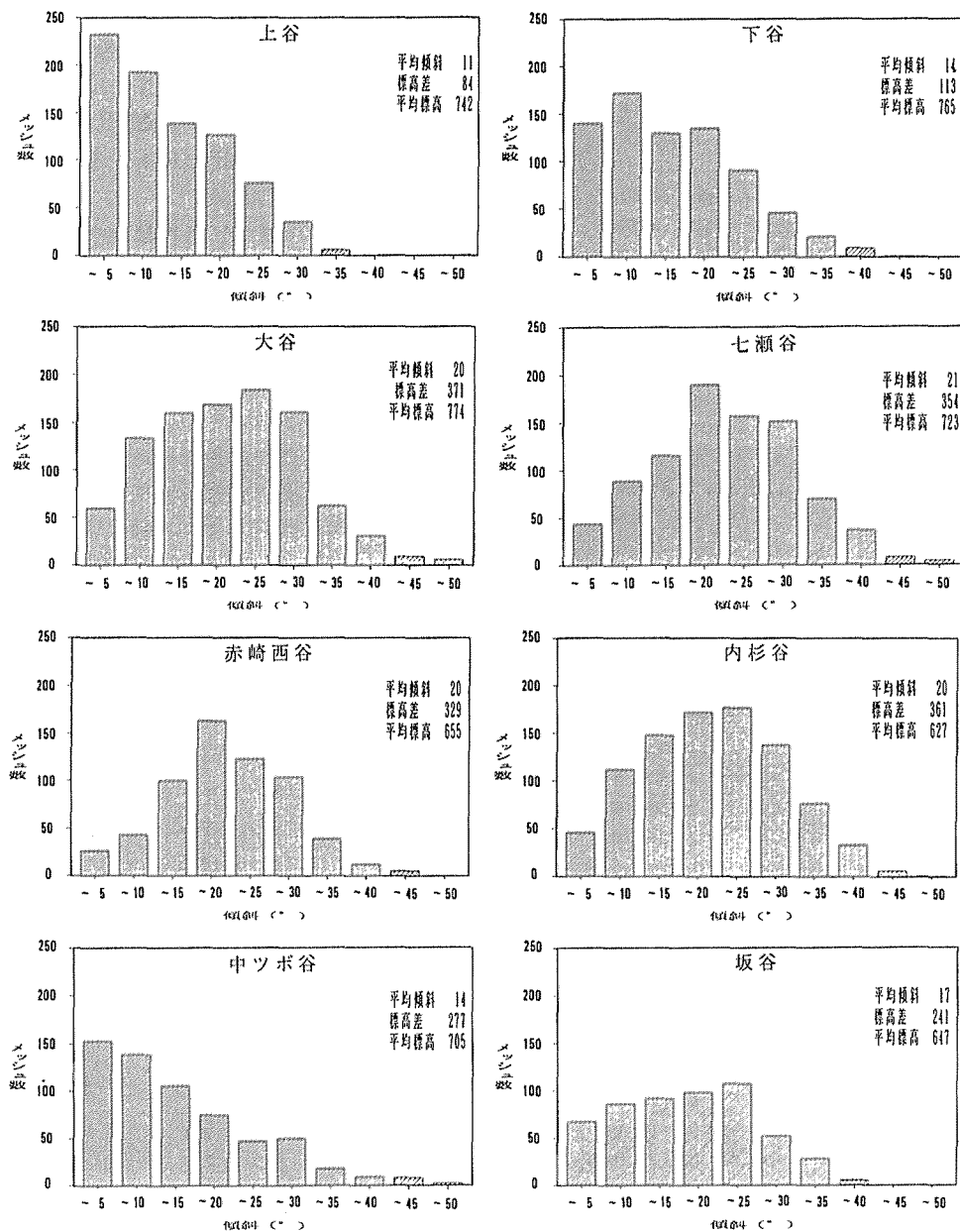


図-8 各流域の傾斜分布・標高

表-1 Horton-Strahler 解析結果

	次数	メッシュ	水路数	水路長 (m)	勾配 (°)	集水面積 (ha)	起伏量 (m)
上谷	1	551	329	98.33	11.95	0.42	14.05
	2	149	52	164.81	10.62	3.37	20.50
	3	67	12	319.17	10.42	15.98	18.33
	4	23	3	410.00	9.96	65.83	5.33
	5	19	1	1050.00	6.32	202.25	7.00
下谷	1	520	290	104.21	14.68	0.45	17.76
	2	122	52	135.58	12.34	3.09	16.94
	3	52	10	314.00	12.92	17.35	40.60
	4	34	3	636.67	11.76	60.67	30.67
	5	17	1	970.00	6.00	186.25	4.00
大谷	1	674	331	122.45	20.42	0.51	35.33
	2	181	59	180.85	17.88	3.62	44.32
	3	74	12	356.67	16.15	19.35	70.00
	4	41	2	1150.00	19.90	121.25	178.50
	5	7	1	410.00	16.43	244.25	18.00
七瀬谷	1	581	279	124.01	21.05	0.52	36.61
	2	192	56	203.93	19.55	3.45	61.96
	3	38	14	157.86	20.34	14.48	43.36
	4	37	3	713.33	20.00	70.67	109.67
	5	19	1	1140.00	20.84	216.75	115.00
赤崎西谷	1	430	197	130.05	20.73	0.55	41.67
	2	106	39	164.62	19.73	3.44	46.72
	3	52	9	323.33	17.17	16.33	76.67
	4	19	2	580.00	17.79	75.88	87.00
	5	8	1	390.00	20.63	153.75	30.00
内杉谷	1	599	298	121.28	20.56	0.50	36.68
	2	215	55	228.91	19.21	3.70	64.65
	3	56	11	286.36	17.84	19.77	60.18
	4	42	1	2530.00	18.60	228.00	203.00
	5	0	0	—	—	—	—
中ツボ谷	1	424	261	95.98	14.77	0.41	16.93
	2	101	47	124.26	11.47	2.79	13.23
	3	35	11	185.45	9.31	12.50	21.64
	4	25	2	395.00	7.24	71.88	36.50
	5	25	1	1440.00	14.48	150.00	190.00
坂谷	1	362	197	109.85	17.29	0.46	26.60
	2	113	40	166.00	15.48	2.97	39.40
	3	38	8	271.25	14.11	16.03	49.88
	4	19	2	570.00	16.89	66.50	67.50
	5	4	1	240.00	18.50	134.00	1.00

量 (Z_w) は表-1 にまとめた。またこれらの5つの値を流域ごとに半対数上にプロットし、回帰直線を引いたのが図-9である。さらに以上の計算結果から各流域の分岐比 (R_b)・水路長比 (R_l)・勾配比 (R_s)・集水面積比 (R_a)・起伏量比 (R_r) を表-2 に示した。

まず、解析結果を大まかにみると、傾斜分布、標高差 (図-8) といった地形条件の差違がそれほど反映されないということが、図-9、表-2 のいずれからも見て取れる。これは意外な結果であった。また、Horton法則の成立の帰結として、次数と次数別の各量の対数の間に回帰直線が引けることが知られているが³⁾、図-9 は本水系網において法則がよく成り立っていることを示すものといえよう。

それではここの解析結果についてもう少し細かくみていこう。まず、分岐比は河川合流がトポロジー的にランダムに起こると仮定するならば、確率上4に近い値を取りやすいことがわかっているが⁴⁾、今回の結果もそれと大きくはズれるものでなく、水路の分岐に影響するほどの地質的拘束条件がないことを意味している。ただし若干値が大きいのは、本水系網が、一般の水系には含めない尾根部に近い斜面 (1次谷) をも含めていることによるのだろう。当然これらの場所では分岐が激しいので分岐比は高くなる。また、

大谷, 内杉谷, 中ツボ谷の用に, 標高差の大きい地域と分岐比の大きい地域はほぼ一致するが, 同程度の標高差を持つ七瀬谷や赤崎西谷で, それほど値が伸びないのは, 下流にいくにつれて, 水路の合流の頻度が低くなることを示唆しているようだ。

水路長比についてみると, 値の高い大谷, 中ツボ谷では分岐比も高いことに気が付く。一方, 同じく集水面積の大きい大谷と地形条件がとてもよく似ていながら, 次数は4次までしか達しない内杉谷については, この水路長比だけ大

谷と値を異にしているのが目立つ。また, 水路長比については, 2に近い値を取ることが経験的に知られているが⁵⁾, 今回の結果はそれと合致するものとなった。

勾配比については, 傾斜分布図の形に対応した2極分化が現れることを期待したのだが, 由良川の上流に位置し, 緩傾斜の多い上谷, 下谷でも, 山型の傾斜分布をとる他の流域と変わらぬ値を取る結果となった。

集水面積比については, 集水面積の大きい大谷, 内杉谷で大きな値が求まった。この値も, 経験的に4に近い値を取ることが知られているが⁴⁾, 大きめの値を取っている理由は, 分岐比のところで述べたこととの関連が考えられる。つまり, 1次谷のほとんどが集水面積の小さな, 谷というよりはほとんど斜面であって, 表-1からわかるように(A₁:A₂)への増加の割合が, 他に比べて高いことが理由として考えられる。

起伏量については, 図-9から, 上谷以外では, 起伏量と水路長の変化の割合がほぼ一致するという特徴を見て取れるがこれは興味深い結果である。というのも, 次数が増えるにつれて水路長は伸びるが, 逆に勾配が緩くなるために, 結局起伏量はあまり変化しない(起伏量比=落差比一定の法則)ことを予想していたからだ。今回は, 起伏量が水路長の伸びの分だけ増える, つまり変化しないのは勾配の方だということになる。確かに, 各流域の勾配比は1に極めて近い値を取っている。考えてみると, 今回一般的な傾向を示したのは, 水路数, 水路長, 集水面積といった, 高さ方向を考慮しない量についてであった。このことは, 高さを考える勾配や起伏量についての法則は地形進化においてほぼ平衡状態に達した河川で成立するということからみて, 由良川源流域が若い地形発達段階にあることを示唆することになろう。また他方これは, 下流部のような緩やかな勾配を持たない, 源流部に特徴的な結果である可能性も指摘できよう。

以上がHorton-Strahler解析の結果とその考察である。なお様々な値の計算は, メッシュ水系図の各メッシュ上でのコンピューターによる様々な情報の加工だけからなされた。つまり, 水系図ができあがれば, これらの解析はかなり簡単に行える。この点を強調する理由は, 現在国土地理院で日本全国にわたる水系図の作成が進行していることによる。そして, これも50m四方のメッシュを単位としたメッシュマップであり, 今後この形式は水系図の標準形式として定着する見通しである。そのときに本報告で行ったいろいろな作業や解析の手法が何らかの役に立てば幸いである。

表-2 対象流域の水系網特性値

	分岐比 Rb	水路長比 Rl	勾配比 Rs	集水面積比 Ra	起伏量比 Rr
上谷	4.89	1.63	1.06	5.64	0.88
下谷	4.70	1.88	1.08	5.33	1.37
大谷	5.51	2.22	1.02	6.24	1.79
七瀬谷	4.55	2.31	1.02	5.23	1.64
赤崎西谷	4.63	1.67	1.06	5.23	1.30
内杉谷	5.21	1.57	1.07	6.35	1.35
中ツボ谷	5.11	2.18	1.27	5.70	1.37
坂谷	4.61	1.75	1.02	5.34	1.37
平均	4.91	1.90	1.08	5.63	1.38

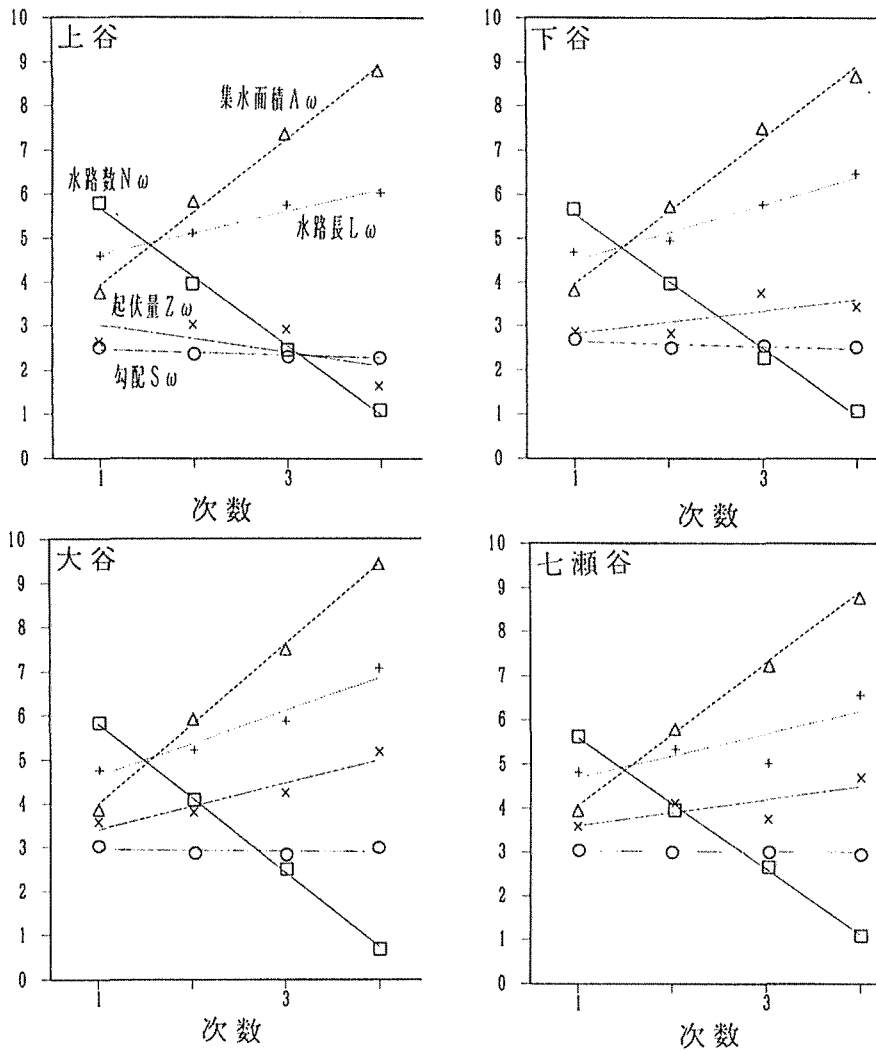


図-9-① Horton-Strahler 解析結果

お わ り に

本報告で確立した水系網の作成方法はパソコンと大型計算機の両方を利用する点で、まだ簡便なものとはいえないだろう。尾根線の位置情報は、大きな手がかりとなったが、この利用にあたっては、人間の経験と勘に頼る部分も大きい。今回の報告を通じて思ったのは、前にも述べたが、周囲の水路方向との同調という性質を使うことでさらなる省力化が図れるかもしれないということである。この場合の周囲とは、場所にもよるが、確定水路と尾根線の間で、だいたい1続きの斜面を構成するメッシュのことで、今回ならば平均すると5メッシュ四方で25メッシュぐらいになろうか。水路の追跡時にこれらのメッシュの方位の平均値を同時に計算させて、その方向へ水

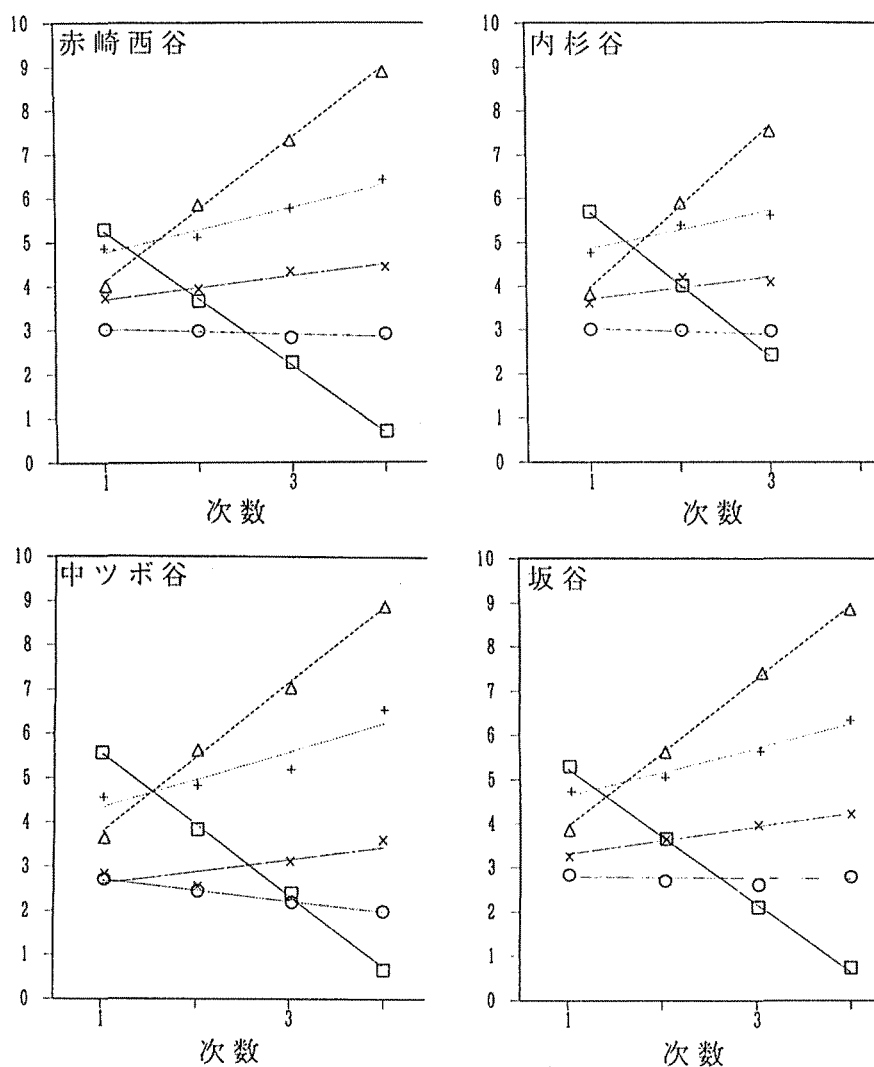


図-9-② Horton-Strahler 解析結果

路の方向を決めるようなプログラムが使えないだろうか。もっとも、マンーマシンのうちマシンの作業比重が高まると残念ながら、水系網の精度が落ちるということも考えねばならない。今回の水系網は、実際的水系にかなり近いものであったが、人間の作業部分が減る代わりに、使いものにならない水系網ができては意味がない。そのあたりのバランスは何とも難しいようだ。

引用文献

- 1) 福嶋義宏・小橋澄治・川村 誠・酒井徹朗・和田茂彦 (1989) 芦生演習林の地形・植生情報のデータベース化. 京大演報. 61, 100~115

- 2) 福島義宏・酒井徹朗・大島誠一・小橋澄治・神崎康一 (1990) 芦生演習林における森林情報のデータベース化とその利用. 京大演報. 62. 185~196
- 3) 高山茂美 (1974) 河川地形. 共立出版. 30~33
- 4) 前出 3) 39~50
- 5) 福島義宏 (1981) ネパール・ヒマラヤの河川網. テーチス・リサーチ. 2. 6~15

Résumé

Complicated operations are requested for making a complete channel net from digital terrain model (DTM). The authors realized the man-machine system of making easily a channel net on a personal computer from DTM of 50m grid under the utilization of ridgelines and main river-lines data added by digitizer. By this system we completed a channel net of a source area of Yura-river (4800ha) which contained Ashiu Experimental Forest. We clarified features of drainage from this channel net by Horton-Strahler method. A clear differences were not detected in bifurcation ratio, ratio of channel length, ratio of channel slope, area ratio and fall ratio among eight drainage basins of different slope distribution, which we chose from fifth order basin. It is considered slope gradient little affects drainage geometry.

Otherwise, it should be noticed the channel slope of each order shows the tendency of constant value except only one basin, compared with results of the constant fall ratio of channel reported in general. It might be features of river geometry in a source area under young stage of geomorphological evolution.